

УДК 622.691

ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ В УМОВАХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

Я. В. Грудз

ІФНУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42157
e-mail: public@nung.edu.ua

Запропоновано методику побудови характеристик елементів газоперекачувального агрегату в умовах компресорних станцій, на основі яких проводиться оцінка енергоефективності роботи ГПА.

Ключові слова: газоперекачувальний агрегат, компресорна станція, характеристика

Предложена методика построения характеристик элементов газоперекачивающего агрегата в условиях компрессорных станций, на основе которых проводится оценка энергоэффективности работы ГПА.

Ключевые слова: газоперекачивающий агрегат, компрессорная станция, характеристика

Methodology of construction descriptions elements gascompressor unit is offered in the conditions of the compressor stations on the basis of that the estimation of energy and efficiency of work GCU is conducted.

Keywords: gas compressor unit, compressor station, description

При оцінці технічного стану та енергоефективності елементів газоперекачувального агрегату порівнюються вихідні та експлуатаційні його характеристики.

В якості вихідної приймається характеристика, що відповідає характеристиці у початковий період експлуатації агрегату після ремонту турбіни або заводських випробувань.

Характеристики будь-якої лопаткової машини за умови геометричної, газодинамічної та теплової подібності можуть бути виражені будь-якими двома наведеними параметрами. В завданні, що розглядається, в якості таких параметрів взято ε та η . В свою чергу, кожний з вихідних параметрів лопаткової машини є функцією двох незалежних аргументів, в якості яких доцільно використовувати комплексний параметр, а також частоту обертання або витрату повітря, приведені за параметрами на вході до початкових умов. Оскільки незалежних параметрів тільки два, то записувати більшу кількість рівнянь для завдання характеристики лопаткової машини (за умови справедливості подібності) немає сенсу. Зайві рівняння не несуть необхідної інформації та обтяжують побудову математичної моделі агрегату.

Таким чином, для газоперекачувального агрегату будь-якої схеми в зоні експлуатації, в якій справедливі принципи теорії подібності, число рівнянь, що визначають характеристики елементів агрегату, дорівнює подвоєному числу елементів.

Характеристики нагнітача, осьового компресору та турбіни в зазначеній системі параметрів є з достатньою точністю наближення лінійними у всьому діапазоні режимів роботи ГПА. Лінійність характеристик дозволяє з великою точністю апроксимувати їх рівняннями першого ступеню у вигляді [1]:

$$A = \frac{a_1 n_{np} - a_2 \varepsilon^* + a_3}{a_4 \varepsilon + a_5}, \quad (1)$$

$$B = \frac{b_1 G_{np} - b_2 n_{np} - b_3}{b_4 G_{np} - b_5}. \quad (2)$$

Можливість апроксимації характеристик лопаткової машини лінійними залежностями полегшує їхнє використання для вирішення завдань технічної діагностики та енергоефективності.

Подібний спосіб представлення характеристик лопаткових машин значно спрощує задачу їхньої побудови та зручний при контролі технічного стану елементів ГПА на різних етапах експлуатації. Для цього за вихідною характеристикою ОК чи ВН або апроксимуючої її залежності визначають положення режимної точки. Розшарування характеристики свідчить про зміну працездатності самого елементу.

Оцінка технічного стану елементу проводиться наступним чином. Заміряються режимні параметри: частота обертів, ступінь стисання, температура та витрата робочого тіла; витрату робочого тіла можна з'ясувати за заводською характеристикою. Щоб виключити вплив зовнішніх умов, розраховуються наведені значення параметрів, комплекс А та к.к.д.

За вихідною характеристикою знаходимо за заміряним значенням $\varepsilon_{\text{зам}}$ та $A_{\text{н. пр. вих.}}$, що відповідає вихідному режиму. За різницею $n_{\text{пр. зам.}}$ та $n_{\text{пр. вих.}}$ можна судити про зміну частоти обертання ОК або ВН.

За характеристикою ефективності визначається вихідне значення комплексу В, що відповідає $n_{\text{пр. вих.}}$, за яким розраховується к.к.д. елементу, що відповідає його вихідному стану:

$$\eta_{\text{вих.}} = \frac{A}{B}.$$

Різниця між $\eta_{\text{вих.}}$ та $\eta_{\text{зам}}$ характеризує зміну к.к.д., що відбулася.

При розходженні параметрів $A_{\text{вих.}}$ та $A_{\text{зам.}}$, $B_{\text{вих.}}$ та $B_{\text{зам.}}$ в межах 3%, що відповідає максимальній погрешності апроксимації діагностичних характеристик та точності вимірювання режимних параметрів сучасними контрольно-вимірювальними приладами, можна вважати, що технічний стан елементу ГПА відповідає його нормальній працездатності. Розходження цих параметрів, що перевищує 3%, свідчить про порушення нормальної працездатності елементів обладнання та потребує призначення профілактичних заходів для її поновлення.

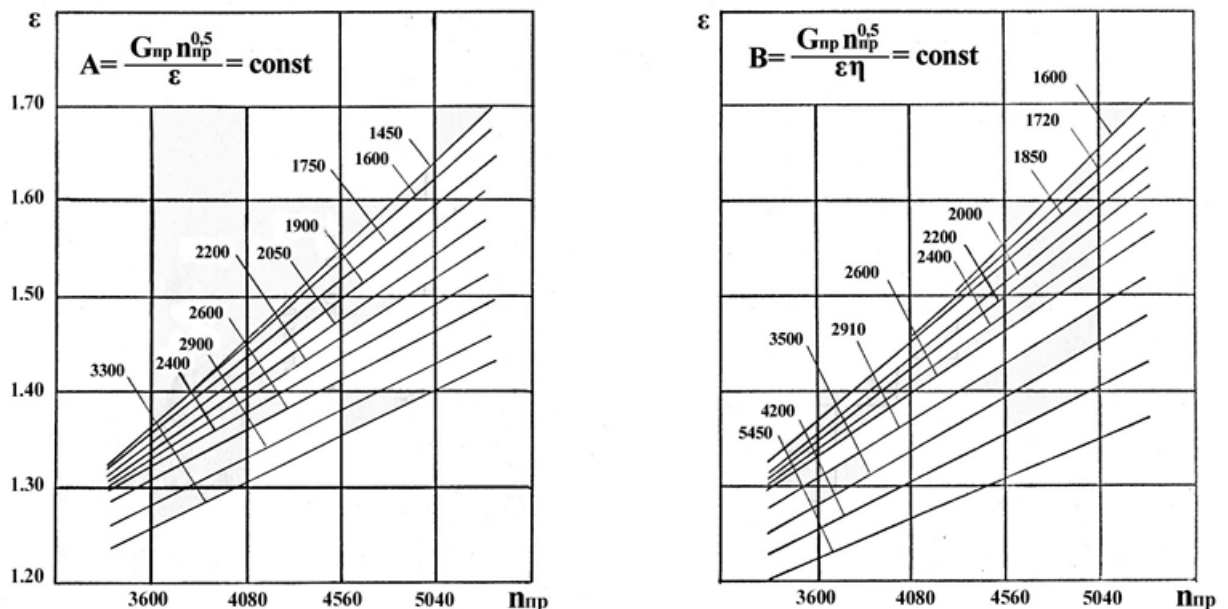


Рисунок 1 – Характеристики ВН 520-12-2 в комплексних параметрах для оцінки енергоефективності

Приведена методика та побудовані характеристики осьового компресора та відцентрового нагнітача дозволяють визначити залежність ККД агрегату від приведеної продуктивності. Такі залежності приведені на рисунках 2 та 3.

Як показує аналіз графіків, залежності ККД лопаткових машин від їх приведеної продуктивності мають максимум, що відповідає номінальній продуктивності машини. Для ОК

ГТУ діапазон зміни ККД колтивується в межах 0,758 – 0,804. Параметром залежності можна вважати коефіцієнт характеристики A . При зростанні параметра A спостерігається загальне зниження ККД осьового компресора, а крутизна графіка зростає.

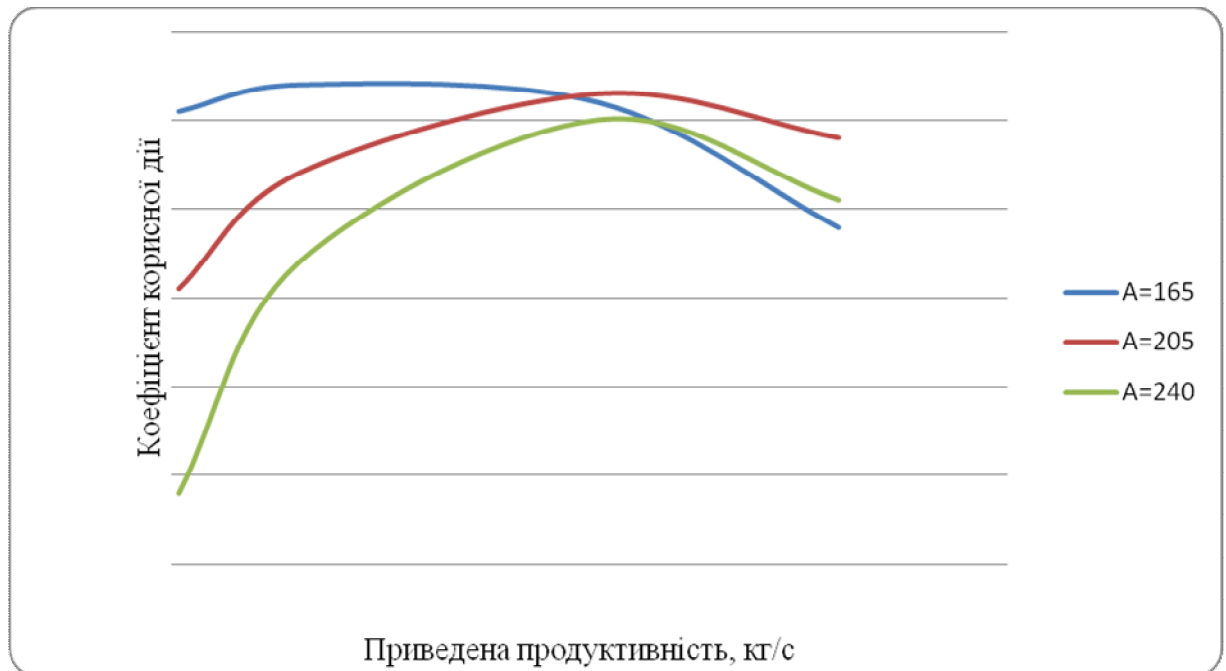


Рисунок 2 - Залежність ККД ОК ГТК-10 від приведеної продуктивності

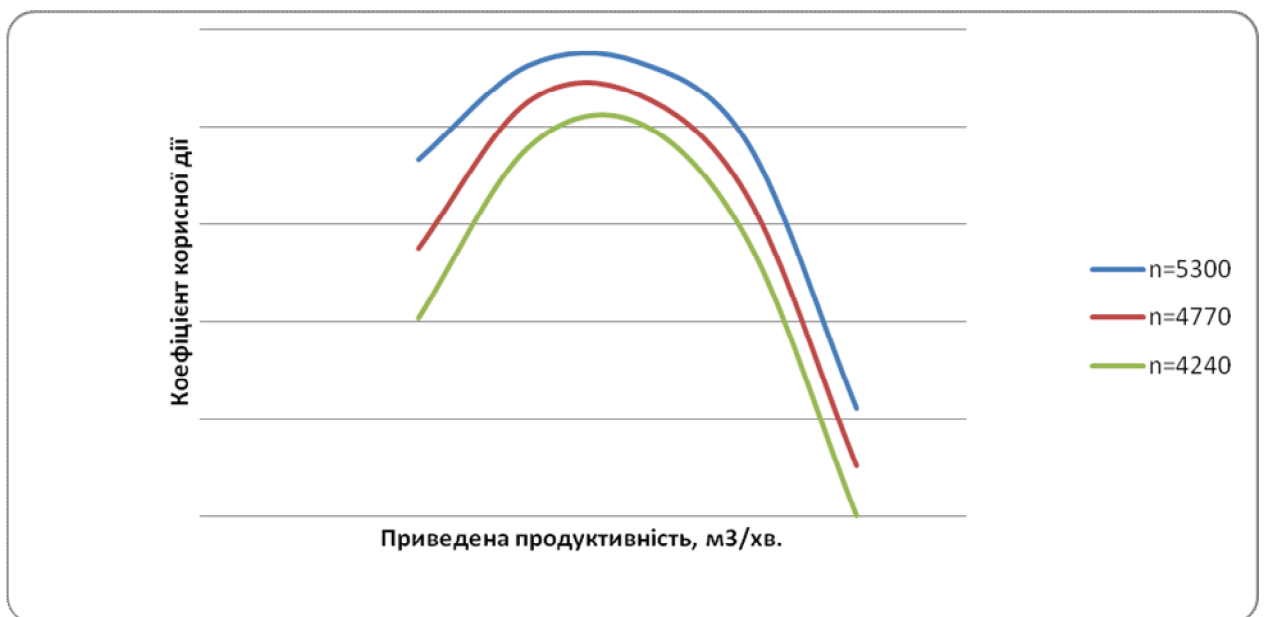


Рисунок 3 - Залежність ККД ВН 520-12-2 від приведеної продуктивності

Для відцентрового нагнітача ВН 520-12-2 спостерігаються ті ж тенденції, що і для ОК. Діапазон зміни ККД в залежності від приведеної продуктивності для ВН значно вужчий і складає 0,8201 – 0,8567. Параметром залежностей служать приведені оберти ротора нагнітача (аналог параметра A в характеристиці ОК). Збільшення приведених обертів ротора ВН призводить до загального зростання ККД, причому максимум залежностей зміщується в сторону вищих значень приведеної продуктивності.

Як вказувалося вище, характеристики елементів ГПА можуть бути побудовані за вказаною методикою для довільного технічного стану агрегату, який визначається тривалістю експлуатації, інтенсивністю відмов, наробітком на відмову та ін. Таким чином, можуть бути побудовані залежності ККД від продуктивності лопаткової машини для її конкретного технічного стану, що дасть змогу оцінити енерговитратність на експлуатацію ГПА на різних етапах експлуатації.

Література

1. Грудз В.Я. Оцінка технічного стану елементів газоперекачувального агрегату компресорної станції магістрального газопроводу / В.Я. Грудз, Я.В.Грудз, В.В. Рудко // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ.- №1(38).- 2011.- С. 88-90
2. Грудз В.Я. Ідентифікація несправностей газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів. /В.Я. Грудз, Я.В. Грудз, В.В. Рудко //Науковий вісник ІФНТУНГ.- №1(27). - 2011.- С.53-56.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
10.06.12*

*Рекомендована до друку оргкомітетом
міжнародної науково-технічної конференції*

***“Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу”,
яка відбулася 15-18 травня 2012 р.***